

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 03 DEC 2004	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 49 380.8

Anmeldetag: 21. Oktober 2003

Anmelder/Inhaber: Schunk Ultraschalltechnik GmbH,
35435 Wettenberg/DE

Bezeichnung: Werkzeug für eine Ultraschallschweißvorrichtung

IPC: B 23 K 20/10

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 04. November 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Schäfer

SCHUNK Ultraschalltechnik GmbH
Hauptstraße 97

35435 Wettenberg

5 **Beschreibung**

Werkzeug für eine Ultraschallschweißvorrichtung

10

15 Die Erfindung bezieht sich auf ein Werkzeug für eine Ultraschallschweißvorrichtung umfassend eine vorzugsweise einen Verdichtungsraum begrenzende Arbeitsfläche sowie insbesondere senkrecht zu dieser verlaufende freie Fläche wie Stirnfläche. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf ein Werkzeug in Form einer Ultraschallschwingungen übertragenden Sonotrode zum Verschweißen von Metallen mit in Sonotrodenlängsachse verlaufenden Ultraschallschwingungen, wobei senkrecht zur Arbeitsfläche die Stirnfläche der Sonotrode bzw. die von deren Sonotrodenkopf verläuft.

20 Beim Fügen von Werkstoffen mit Ultraschall wird die zum Schweißen benötigte Energie in Form von mechanischen Schwingungen in das Schweißgut eingebracht, wobei das Werkzeug, das auch als Sonotrode bezeichnet wird, an das ihm zugewandte Füge teil angekoppelt wird und dieses bewegt. Gleichzeitig werden die Füge teile durch eine statische Schweißkraft aufeinander gepresst. Durch das Zusammenwirken der statischen und dynamischen Kräfte erfolgt ein Verschweißen der Füge teile, ohne dass es weiterer Zusatzwerkstoffe bedarf.

Mittels Ultraschall können sowohl Kunststoffe als auch Metalle geschweißt werden. Dabei werden beim Ultraschallschweißen von Metallen die mechanischen Schwingungen parallel zur Fügefläche ausgerichtet. Es kommt zu einer komplexen Beziehung zwischen statischer Kraft, den oszillierenden Scherkräften und einem moderaten Temperaturanstieg in der Schweißzone. Hierzu werden die Werkstücke zwischen der schwingenden Sonotrode und einer statischen Gegenelektrode angeordnet, die mehrteilig ausgebildet sein kann, um mit der Sonotrode, d. h. Arbeitsfläche dessen Kopfes einen Verdichtungsraum zu begrenzen. Dieser kann nach der Lehre der EP 0 143 936 B1 oder der DE 35 08 122 C2 in zwei senkrecht zueinander verlaufenden Richtungen, insbesondere Höhe und Breite verstellbar ausgebildet sein. Hierdurch ergibt sich ein Anpassen an Querschnitte von z. B. zu verschweißenden Leitern.

Um reproduzierbare Schweißergebnisse hoher Güte zu erzielen, sollte die Auslenkung der Sonotrode vorwiegend allein in dessen Längsrichtung, also in Richtung der Ultraschallschwingen erfolgen, ohne dass eine Auslenkung senkrecht hierzu im merklichen Umfang erfolgt.

Die bekannten Sonotroden weisen die Arbeitsfläche begrenzende Stirnflächen auf. Konstruktionsbedingt erfolgt eine hohe Auslenkung der Arbeitsfläche senkrecht zur Sonotrodenlängsachse im Verhältnis zur Auslenkung in Richtung der Sonotrodenlängsachse erfolgt. Hierdurch ergibt sich der Nachteil, dass die Arbeitsfläche geneigt zur Längsachse der Sonotrode verlaufen kann, so dass sich ein Spalt zwischen der Arbeitsfläche und den parallel zur Längsachse der Sonotrode verlaufenden zu verfügenden Teile ausbilden kann.

Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zu Grunde, ein Werkzeug der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass eine Auslenkung senkrecht zur Längsachse des Werkzeuges, also senkrecht zu den Ultraschallschwingungen, weitgehend vermieden bzw. reduziert werden kann.

Zur Lösung des Problems sieht die Erfindung im Wesentlichen vor, dass zur Reduzierung einer Auslenkung der Arbeitsfläche senkrecht zur Längsachse des Werkzeuges dieses zumindest eine Versteifung aufweist. Hierzu sieht die Erfindung insbesondere bei einer Ult-

raschallschwingungen erzeugenden Sonotrode zum Verschweißen von Metall mit in Sonotrodenlängsachse verlaufenden Ultraschallschwingungen vor, dass die Stirnfläche der Sonotrode und/oder Rückseite vom Sonotrodenkopf eine Versteifung aufweist. Die Versteifung kann dabei als Rippe ausgebildet sein. Dabei kann die Versteifung vom Rand der Sonotrode bzw. dessen Kopfes ansteigend in Richtung Sonotrodenmittelachse ausgebildet sein. Die Versteifung kann z. B. im Sonotrodenlängsachsenschnitt eine dreieckförmige Geometrie aufweisen.

Insbesondere ist vorgesehen, dass die Versteifung linien- oder wulstförmig ausgebildet ist und senkrecht zur Arbeitsfläche verläuft. Die Versteifung kann des Weiteren insbesondere über die gesamte oder im Wesentlichen die gesamte Stirnfläche der Sonotrode bzw. deren Kopfes vorstehen. Bevorzugterweise ist die Versteifung symmetrisch zu einer Symmetrieebene ausgebildet, in der die Sonotrodenlängsachse verläuft. Andere Geometrien sind gleichfalls möglich.

Bevorzugterweise ist die Sonotrode derart versteift, dass bei Ultraschallerregung Auslenkung a_z der Sonotrode in dessen Längsachsenrichtung sich zur Auslenkung a_y senkrecht zur Arbeitsfläche verhält wie $3 \leq a_z / a_y \leq 20$.

Durch die erfindungsgemäße Lehre wird die Sonotrode bzw. dessen die Arbeitsfläche aufweisender Sonotrodenkopf versteift, wodurch die Schwingform der Sonotrode derart positiv beeinflusst wird, dass die Auslenkung senkrecht zur Sonotrodenlängsachse vermindert und die Schwingung in Längsrichtung stärker überwiegt.

Durch die Versteifung des Kopfes wird die Neigung der Arbeitsfläche deutlich reduziert und das Verhältnis von Auslenkung in Achsrichtung zur Auslenkung senkrecht zur Längsachsenrichtung erhöht.

Erfolgt die Gestaltung der Versteifung vorzugsweise durch eine Rippe, die zur Sonotrodenlängsachse hin dicker wird, so sind andere Geometrien gleichfalls möglich. Die Versteifungsrippe kann sowohl über die ganze Breite der Sonotrode ausgebildet sein oder nur über einen Teil. Die Kontur der Versteifungsrippe kann im Schnitt durch sich schneidende Ge-

raden gebildet sein oder eine sich stetig ändernde Kurve sein, die in ihrem Maximum von der Sonotrodenlängsachse geschnitten wird.

- Des Weiteren sollte der Überstand der Versteifung über der Stirnfläche in Längsrichtung der Sonotrode zwischen 3 und 25 mm, vorzugsweise zwischen 5 und 15 mm betragen. Bevorzugte Werte liegen bei maximal 10 mm. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass eine entsprechend ausgebildete Sonotrode auch in bereits im Einsatz befindliche Ultraschallschweißvorrichtungen einbaubar ist.
- 10 Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen -für sich und/oder in Kombination-, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung von der Zeichnung zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsformen.
- 15 Es zeigen:
- Fig. 1 eine Prinzipdarstellung (Finite Elementberechnung) einer Sonotrode nach dem Stand der Technik,
- 20 Fig. 2 eine erste Ausführungsform einer Sonotrode nach der erfindungsgemäßen Lehre,
- Fig. 3 einer Vorderansicht der Sonotrode gemäß Fig. 2,
- 25 Fig. 4 eine zweite Ausführungsform einer Sonotrode nach der erfindungsgemäßen Lehre und
- Fig. 5 eine Prinzipdarstellung (Finite Elementberechnung) einer Sonotrode nach der erfindungsgemäßen Lehre.
- 30

In Fig. 1 ist eine Sonotrode 10 bestimmt für eine Ultraschallschweißvorrichtung prinzipiell dargestellt, die zum Verschweißen von Metall bestimmt ist. Die Darstellung ist eine Abbildung einer Finite Elementberechnung. Die Sonotrode 10 besteht aus einem Basiskörper 12 mit von diesem ausgehenden Kopf 14, der seinerseits Arbeitsflächen 16 und 18 aufweist, die parallel zur Längsachse z der Sonotrode 10 bei nicht erregter Sonotrode 10 verlaufen.

Um Metallteile zu verschweißen, wird die Sonotrode 10 mittels eines Konverters und gegebenenfalls zwischen diesem und der Sonotrode 10 angeordnetem Booster in Ultraschallschwingungen erregt, wodurch eine Auslenkung der Sonotrode 10 in z-Richtung erfolgt. Zum Verschweißen wird im Ausführungsbeispiel die Arbeitsfläche 16 auf zu verschweißende Metallteile gedrückt, die ihrerseits auf einer Gegenelektrode, die auch als Amboss bezeichnet wird, abgestützt sind. Gegebenenfalls kann die Arbeitsfläche 16 einen Verdichtungsraum begrenzen, dessen verbleibenden Begrenzungsflächen von einer mehrteiligen Gegenelektrode gebildet werden. Insoweit wird auf hinlänglich bekannte Ultraschallschweißvorrichtungen verwiesen.

Die Arbeitsflächen 16, 18 werden von einer Stirnfläche 20 des Sonotrodenkopfes 14 begrenzt, die senkrecht zu den Arbeitsflächen 16, 18 bei nicht erregter Sonotrode 10 verläuft.

Beim Schweißen hat sich nun herausgestellt, dass die Sonotrode 10 nicht nur in Sonotrodenlängsachsenrichtung z, sondern auch senkrecht zu dieser, also in y-Richtung ausgelenkt wird, wodurch eine Neigung der Arbeitsfläche 16, 18 (Winkel α) erfolgt. Hierdurch wird die Schweißgüte beeinflusst. Auch kann in Abhängigkeit von der Auslenkung des Sonotrodenkopfes 14 in y-Richtung die Reproduzierbarkeit der Schweißergebnisse beeinträchtigt werden.

Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, dass eine in Fig. 5 prinzipiell dargestellte Sonotrode 22 mit zylindrischem Basiskörper 24, Sonotrodenkopf 26 und Arbeitsflächen 28, 30 von ihrer Stirnfläche 32 ausgehend eine Versteifung 34 aufweist, wodurch die Auslenkung der Sonotrode 22 in y-Richtung reduziert wird. Durch die Versteifung 34 wird die Deformati-

on des Sonotrodenkopfes 26 in y-Richtung verringert bzw. eingeschränkt, so dass die Eigenschwingform der Sonotrode verbessert wird.

5 Durch die erfindungsgemäße Lehre reduziert sich das Verhältnis der Neigung der Arbeitsfläche 28, 30 zur Sonotrodenlängsachse (40), also zur z-Achse, und das Verhältnis von Auslenkung der Sonotrode 22 in z-Richtung zur Auslenkung senkrecht zur z-Achse, also in Richtung der y-Achse, wird erhöht.

10 Wie insbesondere den Fig. 2 bis 4 zu entnehmen ist, in denen grundsätzlich für Elemente der Fig. 5 gleiche Bezugszeichen benutzt werden, kann die prinzipiell der Fig. 5 zu entnehmende Versteifung 34 derart realisiert werden, dass von der Stirnfläche 32 des Sonotrodenkopfes 26 eine in Längsrichtung des Sonotrodenkopfes 26 über der Stirnfläche 32 vorstehende Rippe abragt, die im Schnitt eine Dreieck-Geometrie (Fig. 2, 3) oder eine gewölbte Geometrie (Fig. 4) aufweist. Die entsprechenden Versteifungen sind mit den Be-

15 zugszeichen 36 und 38 gekennzeichnet. Dabei ist insbesondere den Seitenansichten gemäß den Fig. 2 und 4 zu entnehmen, dass die jeweilige Versteifung 36, 38 von der Arbeitsfläche 28, 30 ausgehend ansteigend über der Stirnfläche 32 vorsteht, wobei die maximale Erstreckung in z-Richtung im Schnittpunkt mit der Mittelachse 40 der Sonotrode 22, d. h. dessen Basiskörpers 24 liegt.

20

Der maximale Überstand d der Versteifung 34, 36 über der Stirnfläche 32 des Sonotrodenkopfes 26 sollte 15 mm betragen, gleichwenn auch andere Dimensionierungen je nach Ausbildung der Sonotrode in Frage kommen. Ein Überstand d von maximal 15 mm hat jedoch den Vorteil, dass entsprechende Sonotroden in bereits im Einsatz befindliche Ultraschallschweißvorrichtungen einbaubar sind.

25

Insbesondere sollte die Versteifung 34, 36, 38 derart ausgelegt sein, dass die Auslenkung a_z der Sonotrode 22 in z-Richtung sich verhält zur Auslenkung a_y der Sonotrode 22 in y-Richtung, wie $3 \leq a_z / a_y \leq 20$.

30

Erstreckt sich die Versteifung 34, 36, 38 in den Ausführungsbeispielen über die gesamte Höhe des Sonotrodenkopfes 26, so besteht auch die Möglichkeit, dass die Versteifung z. B.

im Mittenbereich der Stirnfläche 28, also beabstandet von den Arbeitsflächen 28, 30 beginnend verläuft. Andere Geometrien sind gleichfalls möglich.

- 5 Auch ist die erfindungsgemäße Lehre selbstverständlich für Sonotroden mit Sonotrodenköpfen geeignet, die keine balkenförmige Geometrie, sondern eine Mehreck-Geometrie, wie Sechseck-Geometrie aufweisen, deren Ecken z. B. gleichmäßig verteilt auf einem Kreis liegen, also eine prinzipielle Geometrie zeigen, wie diese z. B. der DE 23 35 254 A1 oder der EP 0 083 707 A1 zu entnehmen ist.

- 10 Selbstverständlich besteht auch die Möglichkeit, einen Sonotrodenkopf derart auszubilden, dass der Sonotrodenkopf sonotrodenbasiskörperseitig eine Versteifung aufweist.

Patentansprüche

Werkzeug für eine Ultraschallschweißvorrichtung

5

10

1. Werkzeug für eine Ultraschallschweißvorrichtung umfassend eine vorzugsweise einen Verdichtungsraum begrenzende Arbeitsfläche sowie insbesondere senkrecht zu dieser verlaufende freie Fläche wie Stirnfläche, wobei die Arbeitsfläche parallel oder in etwa parallel zur Werkzeuglängsachse verläuft,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Reduzierung einer Auslenkung der Arbeitsfläche (28, 30) senkrecht zur Längsachse (40) des Werkzeuges (22) dieses zumindest eine Versteifung aufweist.

15

2. Werkzeug nach Anspruch 1 in Form einer Ultraschallschwingungen übertragenden Sonotrode (22) zum Verschweißen von Metallen mit in Sonotrodenlängsachse (40) verlaufenden Ultraschallschwingungen, wobei senkrecht zur Arbeitsfläche die Stirnfläche der Sonotrode bzw. die von deren Sonotrodenkopf (26) verläuft,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stirnfläche (32) der Sonotrode (22) und/oder Rückseite des Sonotrodenkopfes (26) zumindest eine Versteifung aufweist.

20

25

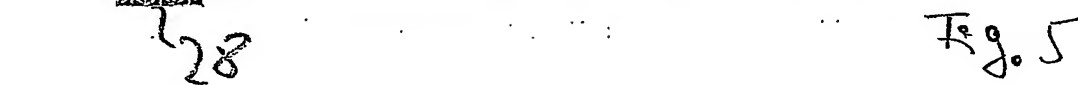
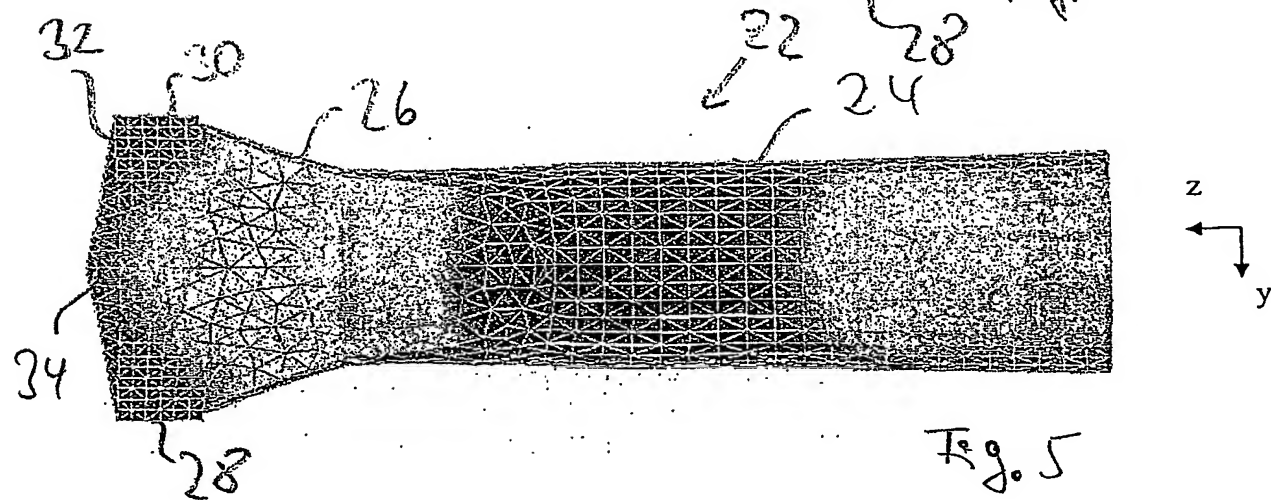
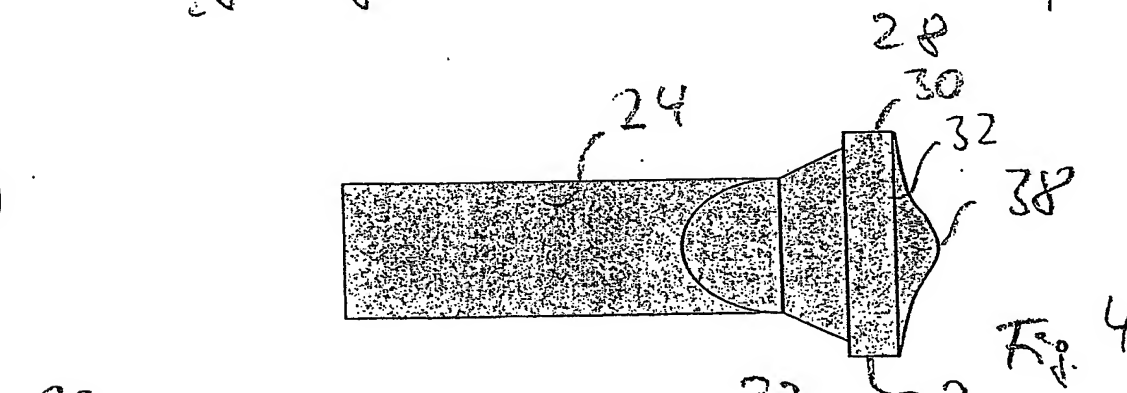
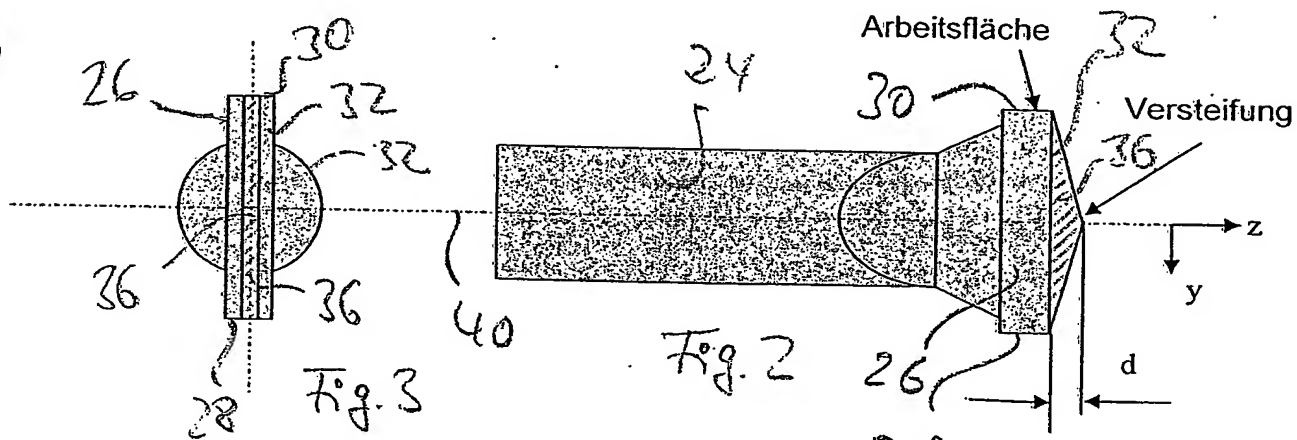
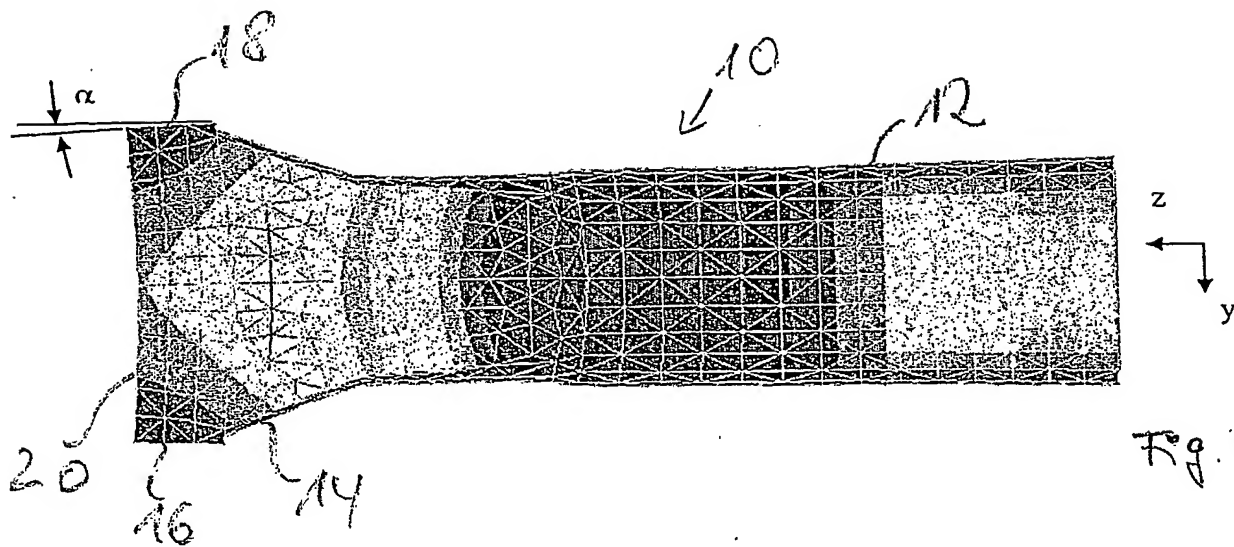
3. Werkzeug nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Versteifung (32) eine Rippe ist.

30

4. Werkzeug nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Versteifung (36) im Sonotrodenlängsachsenschnitt eine dreieckförmige Geometrie aufweist.

5. Werkzeug nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
5 dass die Versteifung (36, 38) vom Umfangsrand bzw. der Arbeitsfläche (28, 30) der Sonotrode (22) beginnend in Richtung der Sonotrodenlängsachse (40) zunehmend über der Stirnfläche (32) vorsteht.
- 10 6. Werkzeug nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Versteifung (36, 38) insbesondere senkrecht zu der Arbeitsfläche (28, 30) verläuft.
- 15 7. Werkzeug nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Versteifung (36, 38) linienförmig ausgebildet ist.
- 20 8. Werkzeug nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass von der gesamten oder im Wesentlichen gesamten Stirnfläche (32) die Versteifung (36, 38) vorsteht.
- 25 9. Werkzeug nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Versteifung (36, 38) symmetrisch zu einer Symmetrieebene ausgebildet ist,
in der die Sonotrodenlängsachse (40) verläuft.
- 30 10. Werkzeug nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Versteifung (38) wulstartig bzw. als linienförmiger Wulst ausgebildet ist.

11. Werkzeug nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
5 dass die Sonotrode (22) derart versteift ist, dass bei Ultraschallerregung Auslenkung der Sonotrode in dessen Auslenkung (a_z) der Sonotrode in dessen Längsachse (40) sich zur Auslenkung (a_y) senkrecht zur Arbeitsfläche (28, 30) verhält wie $3 \leq a_z / a_y \leq 20$.
- 10 12. Werkzeug nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass maximale Erstreckung (d) der Versteifung (36, 38) über der Stirnfläche (32) sich beläuft auf $3 \text{ mm} \leq d \leq 25 \text{ mm}$, vorzugsweise $5 \text{ mm} \leq d \leq 15 \text{ mm}$.
- 15 13. Werkzeug nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Erstreckung (d) der Versteifung (36, 38) über der Stirnfläche (32) maximal 10 mm beträgt.



5

Zusammenfassung

Werkzeug für eine Ultraschallschweißvorrichtung

10 Die Erfindung bezieht sich auf ein Werkzeug (24) für eine Ultraschallschweißvorrichtung umfassend eine einen Verdichtungsraum begrenzende Arbeitsfläche (28, 30) sowie senkrecht zu dieser verlaufende freie Fläche (32), wobei die Arbeitsfläche parallel oder in etwa parallel zur Werkzeuglängsachse (40) verläuft. Um eine Auslenkung senkrecht zur Längsachse des Werkzeuges, also senkrecht zu den Ultraschallschwingungen, weitgehend zu vermeiden bzw. zu reduzieren, wird vorgeschlagen, dass zur Reduzierung einer Auslenkung der Arbeitsfläche (28, 30) senkrecht zur Längsachse (40) des Werkzeuges (22) dieses
15 zumindest eine Versteifung (36) aufweist.

Fig. 2

20

25

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.